

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Akio MAEDA et al.

Application No.: To be Assigned

Group Art Unit: To be Assigned

Filed: November 4, 2003

Examiner: To be Assigned

For: OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-335151

Filed: November 19, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: NOV. 4, 2003

By: 

Gene M. Garner, II
Registration No. 34,172

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月19日
Date of Application:

出願番号 特願2002-335151
Application Number:

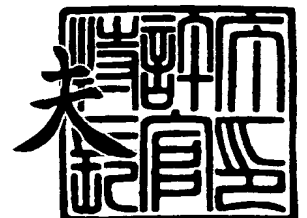
[ST. 10/C]: [JP 2002-335151]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年 7月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3057060



【書類名】 特許願

【整理番号】 0251895

【提出日】 平成14年11月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 01/035

【発明の名称】 光導波路デバイス及びその製造方法

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

 【氏名】 前田 明雄

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

 【氏名】 塩谷 隆司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100075384

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松本 昂

 【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 001764

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1



【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路デバイス及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路デバイスの製造方法であって、
電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、
該基板上に SiO_2 膜を形成し、
前記 SiO_2 膜上、前記基板の下面及び少なくとも前記基板の側面の一部に Si 膜を形成して、前記 SiO_2 膜上及び前記下面上の Si 膜を導通し、
前記 Si 膜上にフォトレジストを塗布し、
前記光導通路に対応する部分のフォトレジストが残るように前記フォトレジストをパターニングし、
反応性イオンエッチングにより、前記光導波路に沿って前記基板に溝を形成し、
前記フォトレジスト及び前記 Si 膜を剥離する、
ステップを含むことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

【請求項 2】 前記基板は LiNbO_3 から形成されており、前記光導波路の形成ステップは前記 LiNbO_3 基板に Ti を熱拡散するステップを含んでいる請求項 1 記載の光導波路デバイスの製造方法。

【請求項 3】 光導波路デバイスの製造方法であって、
電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、
該基板上に SiO_2 膜を形成し、
前記 SiO_2 膜上、前記基板の下面及び少なくとも前記基板の側面の一部に Ti 膜を形成して、前記 SiO_2 膜上及び前記下面上の Ti 膜を導通し、
前記 Ti 膜上にフォトレジストを塗布し、
前記光導波路に対応する部分のフォトレジストが残るように前記フォトレジストをパターニングし、
反応性イオンエッチングにより、前記光導波路に沿って前記基板に溝を形成し、
前記フォトレジスト及び前記 Ti 膜を剥離する、

ステップを含むことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

【請求項 4】 光導波路デバイスであって、
電気光学効果を有する基板と、
前記基板中に形成された光導波路と、
前記光導波路に関連して形成された信号電極と、
前記基板上に形成された接地電極と、
前記光導波路に沿って前記基板上に形成された溝と、
前記溝を除き前記基板上に形成された SiO_2 バッファ層と、
前記バッファ層上、前記溝中、前記基板の下面上及び側面の少なくとも一部に形成された Si 膜と、
を具備したことを特徴とする光導波路デバイス。

【請求項 5】 光変調器であって、
電気光学効果を有する基板と、
前記基板中に形成された入力導波路、出力導通路、及び前記入力及び出力導波路の間に伸長しそれぞれ前記入力及び出力導波路に接続された第 1 及び第 2 導波路を有する光導波路構造と、
前記第 1 導波路上に形成された信号電極と、
前記第 2 導波路上に形成された第 1 接地電極と、
前記信号電極に対して前記第 1 接地電極と反対側の前記基板上に形成された第 2 接地電極と、
前記第 1 導波路に沿って前記基板上に形成された第 1 の溝と、
前記第 2 導波路に沿って前記基板上に形成された第 2 の溝と、
前記第 1 及び第 2 の溝を除き前記基板上に形成された SiO_2 バッファ層と、
前記バッファ層上、前記第 1 及び第 2 の溝中、前記基板の下面上及び側面の少なくとも一部に形成された Si 膜と、
を具備したことを特徴とする光変調器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光導波路デバイス及びその製造方法に関する。

【0002】

光導波路を用いた光デバイスは光通信の発展と共に必要性が増大し、光変調器、光分波器、光スイッチ又は光波長変換器等に利用されている。光導波路としては、 LiNbO_3 結晶基板に Ti を拡散して作成された光導波路、 Si 基板上に SiO_2 を堆積した光導波路、ポリマー光導波路等が知られている。

【0003】

【従来の技術】

実用的な外部変調器として、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 等の誘電体結晶基板を用いたマッハツェンダ型の光変調器 (LN変調器) が開発されている。光源からの一定強度のキャリア光がLN変調器に供給され、光の干渉を用いたスイッチング動作によって強度変調された光信号が得られる。

【0004】

LN変調器は、Zカットされたニオブ酸リチウム結晶からなる誘電体基板の表面に、チタン (Ti) を熱拡散させて屈折率を高めることにより、その両端部近傍でそれぞれ結合された一対の光導波路を形成し、その上に SiO_2 からなるバッファ層を形成し、更にバッファ層の上に光導波路に対応して信号電極 (進行波電極) 及び接地電極を形成して構成される。

【0005】

光導波路の一端から入射された信号光は分岐されて一対の光導波路を伝搬する。一方の光導波路上に形成された信号電極に駆動電圧を印加すると、電気光学効果により分岐された双方の信号光に位相差が生じる。

【0006】

LN変調器では、これらの信号光を再び結合させて光信号出力として取り出す。一対の光導波路を伝搬する信号光の位相差が例えば0又は π になるように駆動電圧を印加すれば、オン／オフのパルス信号を得ることができる。

【0007】

最近のLN変調器は、変調速度の高速化を実現するため、40Gb/sの高周波帯域の変調器の開発が進められている。このような高周波帯域では、伝搬損失

の低減及び高周波帯域特性の確保のために、LN変調器の電極間に導波路に沿って深さ数 μm の溝を形成することが必要不可欠であり、この溝形成工程は通常RIE（反応性イオンエッチング）ドライエッチング装置を用いて行われる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来のRIEドライエッチングによる溝形成技術は以下のような問題点を有している。

【0009】

(1) LN変調器の母体となるLN基板は強誘電体の絶縁物であり、温度変動により分極を起こし、片面で約6,000Vに達すると放電を起こし、その衝撃でウェハが破損する。

【0010】

特に、急激な温度変化（5℃/分以上）があるとウェハの破損が顕著となる。溝形成に使用するRIE装置は高周波電源を使用しウェハに急激な温度変動を与えるため、ウェハが破損し易く、歩留まりを低下させる。

【0011】

(2) RIE装置は、ウェハ・セット及び取り出し用のロードロック室（ローディング室）と、実際に処理を行うエッチング室に分かれ、これらの室の間でウェハを自動搬送する。

【0012】

しかし、LNウェハは焦電効果があるため金属と張り付き易く、従来のLN変調器の製造方法では、LNウェハのエッチング後にエッチング室のステージ（アルミニウム製電極）にウェハが張り付き、ウェハを自動搬送できずロードロック室にウェハが戻ってこない。

【0013】

このため、エッチング毎にエッチング室を分解し、ウェハの下面にかみそり等の鋭利なものを挿入し、ステージから無理やりウェハを分離するようにしている。このウェハの剥離作業もウェハの破損を起こし易く、歩留まりを著しく低下させる。

【0014】

また、この分解作業は高周波電源のブレーカを切断し、信号線を手で外す危険な作業を含んでおり、更に冷却水配管及びガス導入管等も外す必要があるため、危険且つ手間がかかる。

【0015】

また、エッチング室の再組立時には、ウェハチャッカーの組立精度が必要であり、微小な位置ずれを起こしてもガスリークを発生させ、その結果LNウェハに温度分布が発生してウェハの破損につながる。

【0016】

(3) RIEドライエッチングは、マスク材としてフォトレジストを使用し、このフォトレジスト付きのLNウェハをエッチングする。フォトレジストは高温(120℃以上)になると焼きただれ、酸化してしまうため、これを防ぐためステージを介してウェハを冷却し、ウェハを低温に保持している。このため、ウェハ上面及び下面に温度差が生じ、ウェハの破損につながる。

【0017】

(4) RIEドライエッチング用のフォトレジストのパターニング露光時にウェハとガラスマスクの位置合わせを行う。この位置合わせは、必要な特性を確保するため2μm以下の精度で行う必要がある。

【0018】

しかし、LNウェハ自身が透明であるため、露光時の輝度が不足し、位置合わせマーカが見えずにパターンずれを起こすことがある。パターンずれを起こすとフォトレジストの再度の塗布及びパターニングを余儀なくされ、直行率が低下し、歩留まりを低下させる。

【0019】

よって、本発明の目的は、RIEドライエッチング工程でのウェハの破損を防止し、ウェハの自動搬送を可能とした光導波路デバイスの製造方法を提供することである。

【0020】

本発明の他の目的は、高周波特性に優れた光導波路デバイスを提供することで

ある。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明の一側面によると、光導波路デバイスの製造方法であって、電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、該基板上に SiO_2 膜を形成し、前記 SiO_2 膜上、前記基板の下面及び少なくとも前記基板の側面の一部に Si 膜を形成して、前記 SiO_2 膜上及び前記下面上の Si 膜を導通し、前記 Si 膜上にフォトレジストを塗布し、前記光導通路に対応する部分のフォトレジストが残るように前記フォトレジストをパターニングし、反応性イオンエッチングにより、前記光導波路に沿って前記基板に溝を形成し、前記フォトレジスト及び前記 Si 膜を剥離する、ステップを含むことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法が提供される。

【0022】

好ましくは、基板は LiNbO_3 から形成されており、光導波路の形成ステップは LiNbO_3 基板に Ti を拡散するステップを含んでいる。 Si 膜の形成ステップは、例えばスパッタリングにより達成される。好ましくは、フォトレジストは導電性フォトレジストから構成される。

【0023】

本発明の他の側面によると、光導波路デバイスの製造方法であって、電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、該基板上に SiO_2 膜を形成し、前記 SiO_2 膜上、前記基板の下面及び少なくとも前記基板の側面の一部に Ti 膜を形成して、前記 SiO_2 膜上及び前記下面上の Ti 膜を導通し、前記 Ti 膜上にフォトレジストを塗布し、前記光導波路に対応する部分のフォトレジストが残るように前記フォトレジストをパターニングし、反応性イオンエッチングにより、前記光導波路に沿って前記基板に溝を形成し、前記フォトレジスト及び前記 Ti 膜を剥離する、ステップを含むことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法が提供される。

【0024】

本発明の更に他の側面によると、光導波路デバイスであって、電気光学効果を

有する基板と、前記基板中に形成された光導波路と、前記光導波路に関連して形成された信号電極と、前記基板上に形成された接地電極と、前記光導波路に沿って前記基板上に形成された溝と、前記溝を除き前記基板上に形成された SiO_2 バッファ層と、前記バッファ層上、前記溝中、前記基板の下面上及び側面の少なくとも一部に形成された Si 膜と、を具備したことを特徴とする光導波路デバイスが提供される。

【0025】

本発明の更に他の側面によると、光変調器であって、電気光学効果を有する基板と、前記基板中に形成された入力導波路、出力導通路、及び前記入力及び出力導波路の間に伸長しそれぞれ前記入力及び出力導波路に接続された第1及び第2導波路を有する光導波路構造と、前記第1導波路上に形成された信号電極と、前記第2導波路上に形成された第1接地電極と、前記信号電極に対して前記第1接地電極と反対側の前記基板上に形成された第2接地電極と、前記第1導波路に沿って前記基板上に形成された第1の溝と、前記第2導波路に沿って前記基板上に形成された第2の溝と、前記第1及び第2の溝を除き前記基板上に形成された SiO_2 バッファ層と、前記バッファ層上、前記第1及び第2の溝中、前記基板の下面上及び側面の少なくとも一部に形成された Si 膜と、を具備したことを特徴とする光変調器が提供される。

【0026】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の製造方法により製造されたマッハツェンダ型光変調器の平面図を示している。図2は図1のII-II線概略断面図であり、寸法サイズは誇張して描かれている。

【0027】

光変調器又は光変調器チップ2は電気光学効果を有する誘電体から形成されており、本実施形態においてはニオブ酸リチウム基板 (LiNbO_3 基板) 4 から形成されている。光変調器2はマッハツェンダ型光導波路構造6を有している。

【0028】

光導波路構造6は、入力光導波路8と、出力光導波路10と、入力光導波路8

と出力光導波路 10 の間に伸長する第 1 及び第 2 光導波路 12, 14 から構成されている。

【0029】

第 1 及び第 2 光導通路 12, 14 は Y 分岐 16 により入力光導波路 8 に接続され、Y 分岐 18 により出力光導波路 10 にそれぞれ接続されている。光導波路構造 6 は LiNbO_3 基板 4 にチタン (Ti) を熱拡散することにより形成されている。

【0030】

入力光導波路 8 に供給された信号光は、Y 分岐 16 で光パワーが実質的 2 等分されて第 1 及び第 2 光導波路 12, 14 で導波される。この導波光は Y 分岐 18 で出力光導波路 10 に結合される。

【0031】

第 1 及び第 2 光導波路 12, 14 を導波する光の位相差に応じて、出力光導波路 10 を光が導波する結合モードと、Y 分岐 18 から基板 4 内に光が放射される放射モード（漏洩モード）とが切り替えられる。

【0032】

分岐された信号光の間の位相を変化させるために、第 1 光導波路 12 上には信号電極（進行波電極）20 が設けられており、第 2 光導波路 14 上には接地電極 22 が設けられている。更に、第 1 光導波路 12 に対して接地電極 22 の反対側の基板 4 上には他の接地電極 24 が形成されている。

【0033】

信号電極 20 と接地電極 24 の間の基板 4 に第 1 光導波路 12 に沿って伸長する深さ数 μm の溝 26 が形成され、信号電極 20 と接地電極 22 の間の基板 4 に第 2 光導波路 14 に沿って伸長する深さ数 μm の溝 28 が形成されている。これらの溝 26, 28 は、伝搬損失低減及び高周波帯域特性確保のために形成されている。

【0034】

図 2 を参照して、本発明実施形態の光変調器 2 の断面構造について説明する。基板 4 上には溝 26, 28 部分を除き SiO_2 バッファ層 30 が形成されている

。更に、溝 26, 28内を含めて基板 4の全周は Si 膜 32で覆われている。

【0035】

Si 膜 32上には Ti 膜 34が蒸着され、Ti 膜 34上には Au 膜 36が蒸着され、Au 膜 36上には Au メッキ 38が施され、この Au メッキ 38により信号電極 20、接地電極 22, 24が形成されている。これらの電極 20, 22, 24の厚さは約 $30\ \mu\text{m}$ である。

【0036】

以下、本発明の光導波路の製造方法につき、光変調器の製造プロセスを例に説明する。まず、図 3 (A) に示すように、 LiNbO_3 基板 (LN 基板) 4上に Ti 40を約 100nm の厚さに蒸着する。Ti 40の純度は 99.99% である。

【0037】

次いで、フォトレジスト 42を約 $1\ \mu\text{m}$ の厚さに塗布し、図 3 (B) に示すようにパターニングする。次いで、ウエットエッチングにより Ti 40をエッチングし、アセトン等による超音波洗浄によりフォトレジスト 42を剥離すると、図 3 (C) に示したようになる。

【0038】

次いで、キャリアガスとして純酸素を約 10リットル／分の割合で流しながら温度約 1000°C で約 10時間保持し、Ti 40を基板 4中に拡散させて図 4 (A) に示すように光導波路 12, 14を形成する。

【0039】

次いで、図 4 (B) に示すように、 SiO_2 バッファ層 30を約 $1\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。次いで、図 4 (C) に示すように、バッファ層 30上、基板 4の下面及び両側面に Si 膜 44a, 44b, 44cを約 $0.1\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。この成膜は、キャリアガスとして Ar を使用し、成膜圧力 0.66Pa で DC スパッタ装置により成膜する。

【0040】

基板 4の側面の Si 膜 44cは基板 4の側面全体に形成する必要なく、 SiO_2 バッファ層 30上の Si 膜 44aと基板 4の下面の Si 膜 44bを導通させる

ように、基板 4 の側面の一部に形成すれば十分である。

【0041】

このように基板 4 の上下面を Si 膜 44a; 44b で覆って、これらの Si 膜 44a 及び 44b を側面の Si 膜 44c で接続したため、LN 基板 4 が温度変動により分極を起こすことが抑制される。これにより、LN 基板 4 が高電圧に帯電することが防止される。

【0042】

次いで、Si 膜 44a 上にフォトリソ 46 を塗布し、図 5 (A) に示すように、RIE ドライエッチング用にフォトリソ 46 のパターンニングを行う。

【0043】

次いで、図 6 に示す RIE ドライエッチング装置を使用して、RIE (反応性イオンエッチング) を行い、光導波路 12, 14 に沿って伸長する一対の溝 26, 28 を例えば数 μm の深さに形成する (図 5 (B))。

【0044】

次いで、図 5 (C) に示すように、剥離液 (例えば東京応化工業製の商品名 DE-3) を用いて、フォトリソ 46 及び Si 膜 44a, 44b, 44c を剥離する。

【0045】

図 6 を参照して、RIE ドライエッチング装置について説明する。RIE ドライエッチング装置はエッチング室 50 と、図示しないローディング室 (ロードロック室) を有しており、エッチング室 50 とローディング室の間で LN ウェハ 51 を搬送装置により自動搬送する。

【0046】

52 はアルミニウム製のステージであり、バイアス高周波電源 62 に接続されて電極として作用する。ステージ 52 には He ガス供給口兼ホイストピン 56 挿入用の複数の穴 54 が形成されている。

【0047】

58 はプラズマ形成用高周波電源であり、高周波アンテナ 60 に接続されている。64 は磁気中性線形コイル、66 は磁気中性放電部である。エッチング室 5

0は真空ポンプ68に接続されており、RIE中はエッチング室50はこの真空ポンプ68により所定の真空度に保たれる。

【0048】

以下、RIEの動作について説明する。まず、ローディング室のウェハハンドラー用の皿にウェハ51をセットする。操作制御ボタンを押すと、ウェハ51が搬送装置により自動でローディング室からエッチング室50に搬送される。

【0049】

ステージ52の下からホイストピン56が上方に突き出てウェハ51を持ち上げ、ウェハハンドラー用の皿は搬送装置によりローディング室へ戻る。ホイストピン56が下がり、ステージ52上にウェハ51が設置される。

【0050】

供給管70からエッチングガスとしてArとC₃F₈の混合ガスをエッチング室50に供給しながら、成膜圧力0.25Pa、高周波電源58のアンテナパワー1200W、バイアス電源62のバイアスパワー200Wでウェハ51の反応性イオンエッチング(RIE)を行う。

【0051】

本実施形態のウェハ51又は基板4は、図5(A)に示すように、その上面に形成されたSi膜44aと下面に形成されたSi膜44bが側面のSi膜44cで接続されているため、ウェハ51又は基板4の分極が防止され、ウェハ51又は基板4が帯電することが防止される。

【0052】

これにより、ウェハ51の放電が防止され、放電の際の衝撃によるウェハ51の破損が防止される。また、ウェハ51の帯電が防止できるため、ウェハ51のステージ52への張り付きがなくなり、ウェハ51の自動搬送が可能である。

【0053】

また、ドライエッチング用のパターニング露光時に、フォトリジスト46の下にSi膜44aが蒸着してあるため、十分な輝度を確保することができ、ウェハ51に形成されているマーカーを鮮明に見ることができる。よって、露光時の位置合わせが容易となる。

【0054】

エッチング終了後、ホイストピン56でウェハ51を持ち上げ、ウェハハンドラー用の皿でウェハ51を受け、搬送装置でウェハ51をローディング室に自動搬送する。

【0055】

R I Eが終了すると、エッチング室50のクリーニングを行う。エッチング室内はウェハに塗布されていたフォトレジスト46により汚染される。このクリーニングを実施しないと、次回のR I Eの際に高周波放電ができず、R I Eが実施できない。

【0056】

よって、例えばS i ウェハ等のダミーウェハをローディング室のウェハ皿に置き、エッチング室にダミーウェハを自動搬送する。C F₄を少量混合した酸素ガス雰囲気中で、真空度約1.33Pa、アンテナパワー1000W、バイアスパワー50Wの条件でエッチング室のクリーニングを所定時間行う。クリーニング終了後、ダミーウェハをローディング室に自動搬送する。

【0057】

図5(C)の工程終了後、図7(A)に進み基板4の上面、下面及び少なくとも側面の一部に膜厚約0.1 μ mのS i 膜32をD Cスパッタ装置で成膜する。

【0058】

次いで、図7(B)に進み、真空度 6.6×10^{-4} Paで膜厚約50nmのT i 膜34及び膜厚約200nmのA u 膜36を蒸着する。T i の純度は99.99%、A u の純度は99.99%以上である。

【0059】

次いで、A u 膜36上にフォトレジスト72を約13 μ mの厚さに塗布し、図7(C)に示すようにフォトレジスト72をパターンニングする。次いで、図8(A)に進みT i 膜34及びA u 膜36をエッチング液を使用してエッチングする。

【0060】

アセトン等による超音波洗浄によりフォトレジスト72を剥離し(図8(B))

)、Auメッキ用フォトレジスト74を約 $32\mu\text{m}$ の厚さに塗布し、これを図8(C)に示すようにパターンニングする。

【0061】

図9(A)に示すようにAuメッキ38を約 $30\mu\text{m}$ の厚さに形成し、アセトン等による超音波洗浄によりフォトレジスト74を剥離する(図9(B))。次いで、不要Ti/Auエッチング用フォトレジスト76を再び塗布し、図9(C)に示すようにフォトレジスト76をパターンニングする。

【0062】

次いで、図10(A)に示すように不要なTi膜34及びAu膜36をウエットエッチングにより除去し、アセトン等による超音波洗浄によりフォトレジスト76を剥離する(図10(B))。これにより、所定の電極形状20, 22, 24を得ることができる。

【0063】

以上の工程を経ることにより、LNウェハ51上に複数の光変調器2を形成することができる。次の工程では、図11(A)及び図11(B)に示すように、LNウェハ51上に形成された複数の光変調器2の両端近傍に一对の保護部材(やとい)80を接着する。この保護部材80は各光変調器2の端面を保護するためのものである。

【0064】

次いで、図12に示すように回転レジンダイヤモンド刃によるダイシングを行い、光変調器チップ2を個別に切り出す。個別に切り出された光変調器チップ2の側面にSi膜を成膜し、図7(A)のステップで形成された基板4の上下面に形成されたSi膜32を電氣的に接続する。最後に、光変調器チップ2の端面に反射防止膜を蒸着して、光変調器チップ2が完成する。

【0065】

上述した実施形態では、図4(C)のステップで基板4の上、下面及び側面にSi膜44a, 44b, 44cを形成したが、Si膜を形成する替わりにTi蒸着膜を基板4の上、下面及び側面に形成するようにしてもよい。

【0066】

また、図5 (A) のステップで形成するフォトレジスト46に導電性フォトレジストを用い、基板4又はウェハ51の上面の帯電を防止するようにするのが好ましい。

【0067】

以上の説明では、本発明の製造方法を光変調器の製造方法に適用した例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、光分波器、光スイッチ、光波長変換器等の他の光導波路デバイスの製造方法にも同様に適用可能である。

【0068】

本発明は以下の付記を含むものである。

【0069】

(付記1) 光導波路デバイスの製造方法であって、
電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、
該基板上に SiO_2 膜を形成し、
前記 SiO_2 膜上、前記基板の下面及び少なくとも前記基板の側面の一部に Si 膜を形成して、前記 SiO_2 膜上及び前記下面上の Si 膜を導通し、
前記 Si 膜上にフォトレジストを塗布し、
前記光導通路に対応する部分のフォトレジストが残るように前記フォトレジストをパターニングし、
反応性イオンエッチングにより、前記光導波路に沿って前記基板に溝を形成し、
前記フォトレジスト及び前記 Si 膜を剥離する、
ステップを含むことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

【0070】

(付記2) 前記基板は LiNbO_3 から形成されており、前記光導波路の形成ステップは前記 LiNbO_3 基板に Ti を熱拡散するステップを含んでいる付記1記載の光導波路デバイスの製造方法。

【0071】

(付記3) 前記 Si 膜の形成ステップはスパッタリングにより達成される付

記1記載の光導波路デバイスの製造方法。

【0072】

(付記4) 前記フォトレジストは導電性フォトレジストから構成される付記1記載の光導波路デバイスの製造方法。

【0073】

(付記5) 光導波路デバイスの製造方法であって、
電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、
該基板上にSiO₂膜を形成し、
前記SiO₂膜上、前記基板の下面及び少なくとも前記基板の側面の一部にTi膜を形成して、前記SiO₂膜上及び前記下面上のTi膜を導通し、
前記Ti膜上にフォトレジストを塗布し、
前記光導波路に対応する部分のフォトレジストが残るように前記フォトレジストをパターンニングし、
反応性イオンエッチングにより、前記光導波路に沿って前記基板に溝を形成し、
前記フォトレジスト及び前記Ti膜を剥離する、
ステップを含むことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

【0074】

(付記6) 光導波路デバイスであって、
電気光学効果を有する基板と、
前記基板中に形成された光導波路と、
前記光導波路に関連して形成された信号電極と、
前記基板上に形成された接地電極と、
前記光導波路に沿って前記基板上に形成された溝と、
前記溝を除き前記基板上に形成されたSiO₂バッファ層と、
前記バッファ層上、前記溝中、前記基板の下面上及び側面の少なくとも一部に形成されたSi膜と、
を具備したことを特徴とする光導波路デバイス。

【0075】

(付記7) 前記基板は LiNbO_3 から形成されており、前記光導波路は前記 LiNbO_3 基板に Ti を熱拡散することにより形成されている付記6記載の光導波路デバイス。

【0076】

(付記8) 光変調器であって、
電気光学効果を有する基板と、
前記基板中に形成された入力導波路、出力導通路、及び前記入力及び出力導波路の間に伸長しそれぞれ前記入力及び出力導波路に接続された第1及び第2導波路を有する光導波路構造と、
前記第1導波路上に形成された信号電極と、
前記第2導波路上に形成された第1接地電極と、
前記信号電極に対して前記第1接地電極と反対側の前記基板上に形成された第2接地電極と、
前記第1導波路に沿って前記基板上に形成された第1の溝と、
前記第2導波路に沿って前記基板上に形成された第2の溝と、
前記第1及び第2の溝を除き前記基板上に形成された SiO_2 バッファ層と、
前記バッファ層上、前記第1及び第2の溝中、前記基板の下面上及び側面の少なくとも一部に形成された Si 膜と、
を具備したことを特徴とする光変調器。

【0077】

(付記9) 前記基板は LiNbO_3 から形成されており、前記光導波路は前記 LiNbO_3 基板に Ti を熱拡散することにより形成されている付記8記載の光変調器。

【0078】

【発明の効果】

本発明の光導波路デバイスの製造方法によると、ドライエッチング (RIE) 工程に先立ち LN ウェハの上面及び下面の全体及び側面の少なくとも一部に Si 膜を形成したため、 LN ウェハの帯電を防止でき、高電圧の放電に起因するウェハの破損が無くなり、製造歩留まりを向上することができる。

【0079】

また、LNウェハの帯電を防止できるため、RIE工程におけるウェハのステージへの張り付きが無くなり、ウェハの自動搬送が可能となる。また、エッチング室の分解及び再組立をする必要が無くなるため、作業効率が大幅に向上する。

【0080】

更に、RIE用のパターニング露光時にフォトレジストの下にSi膜が蒸着しているため、十分な輝度を確保することができ、ウェハに形成したマーカを鮮明に見ることができる。これにより、フォトレジスト露光時の位置合わせが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明実施形態の光変調器の平面図である。

【図2】

図1のII-II線断面図である。

【図3】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図4】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図5】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図6】

RIEドライエッチング装置の概略構成図である。

【図7】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図8】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図9】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図10】

本発明の製造プロセスを示す図である。

【図 11】

図 11 (A) はウェハに保護部材を接着した状態の平面図、図 11 (B) は図 11 (A) の 11B-11B 線断面図である。

【図 12】

ダイシング工程を示す図である。

【符号の説明】

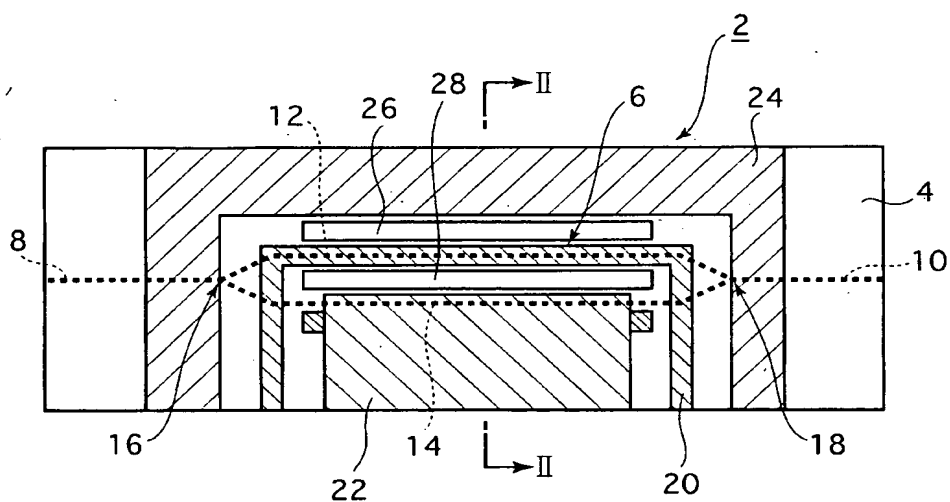
- 2 光変調器
- 4 基板
- 6 光導波路構造
- 20 信号電極
- 22, 24 接地電極
- 26, 28 溝
- 30 SiO₂バッファ層
- 32 Si 膜
- 34 Ti 膜
- 36 Au 膜
- 38 Auメッキ
- 44a, 44b, 44c Si 膜
- 51 LNウェハ
- 80 保護部材 (やとい)

【書類名】

図面

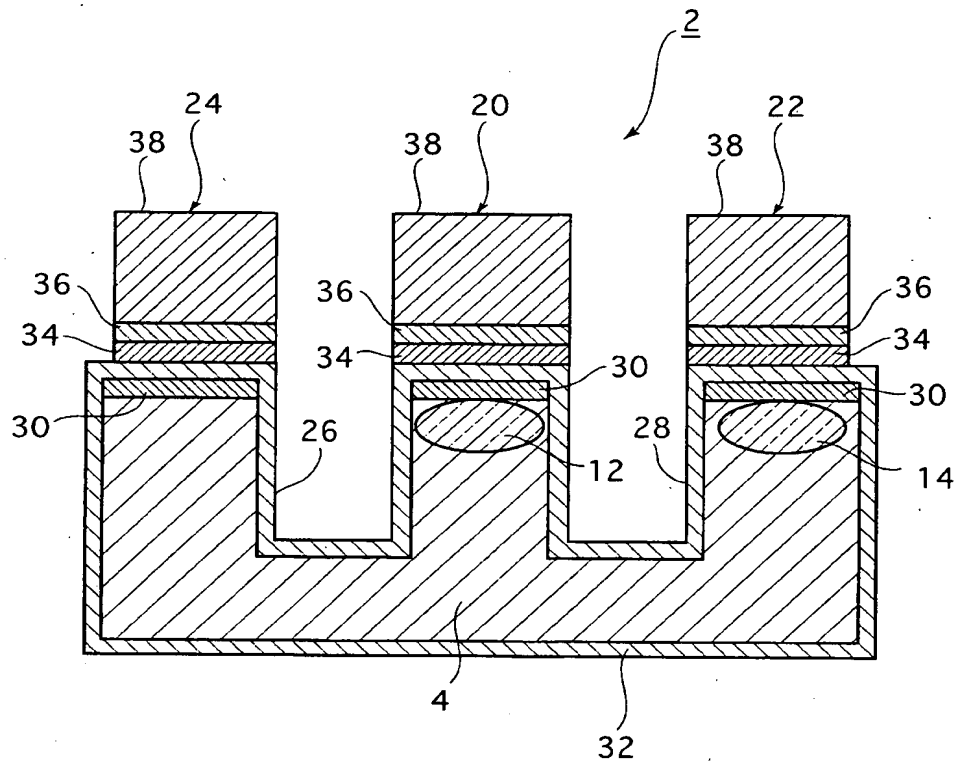
【図 1】

光変調器平面図



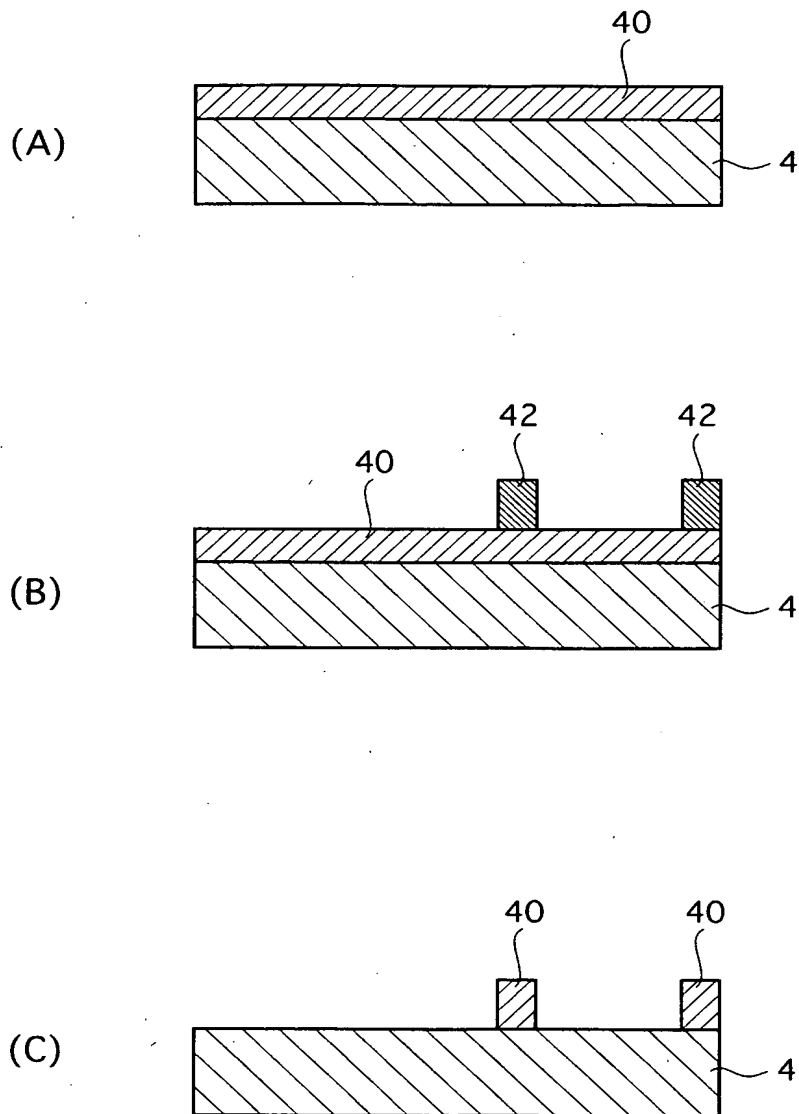
【図 2】

図1のⅡ-Ⅱ線断面図



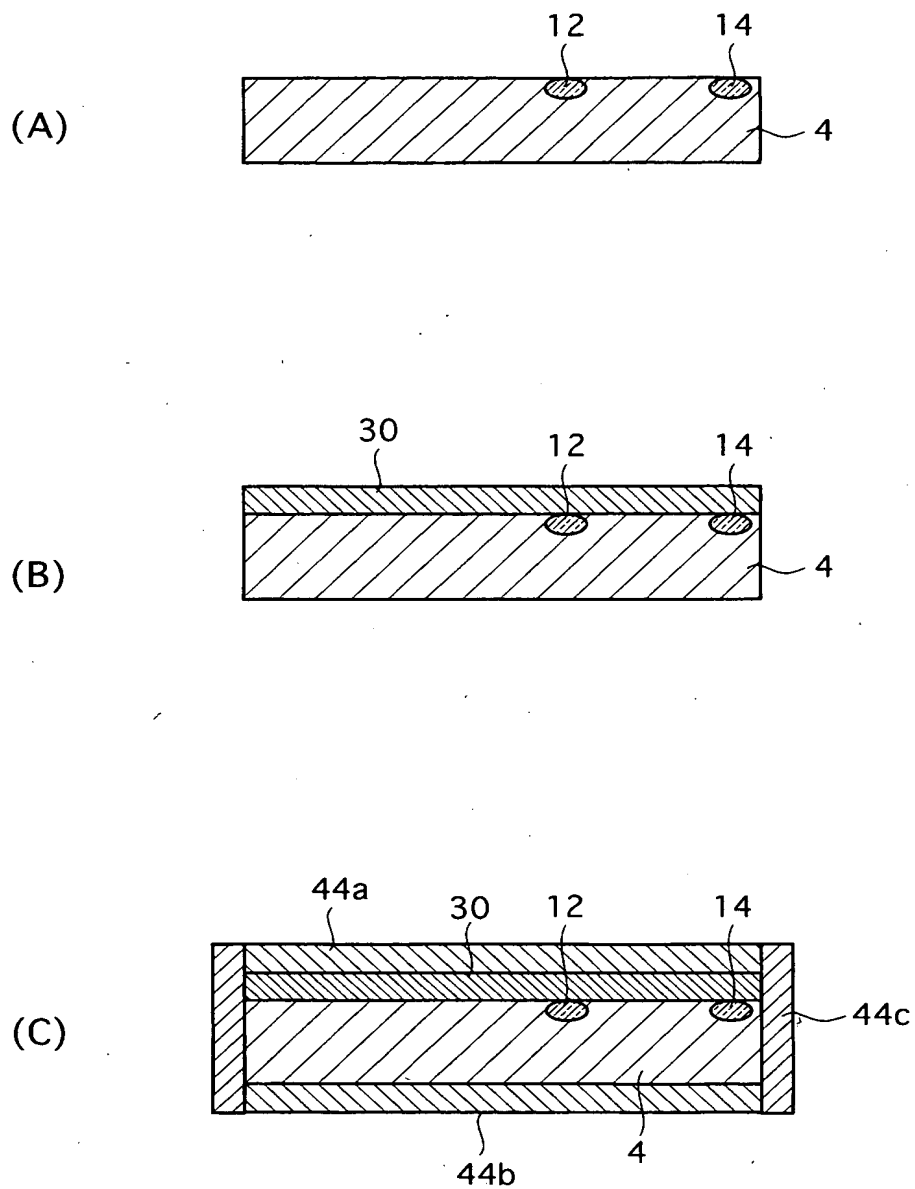
【図 3】

製造プロセス



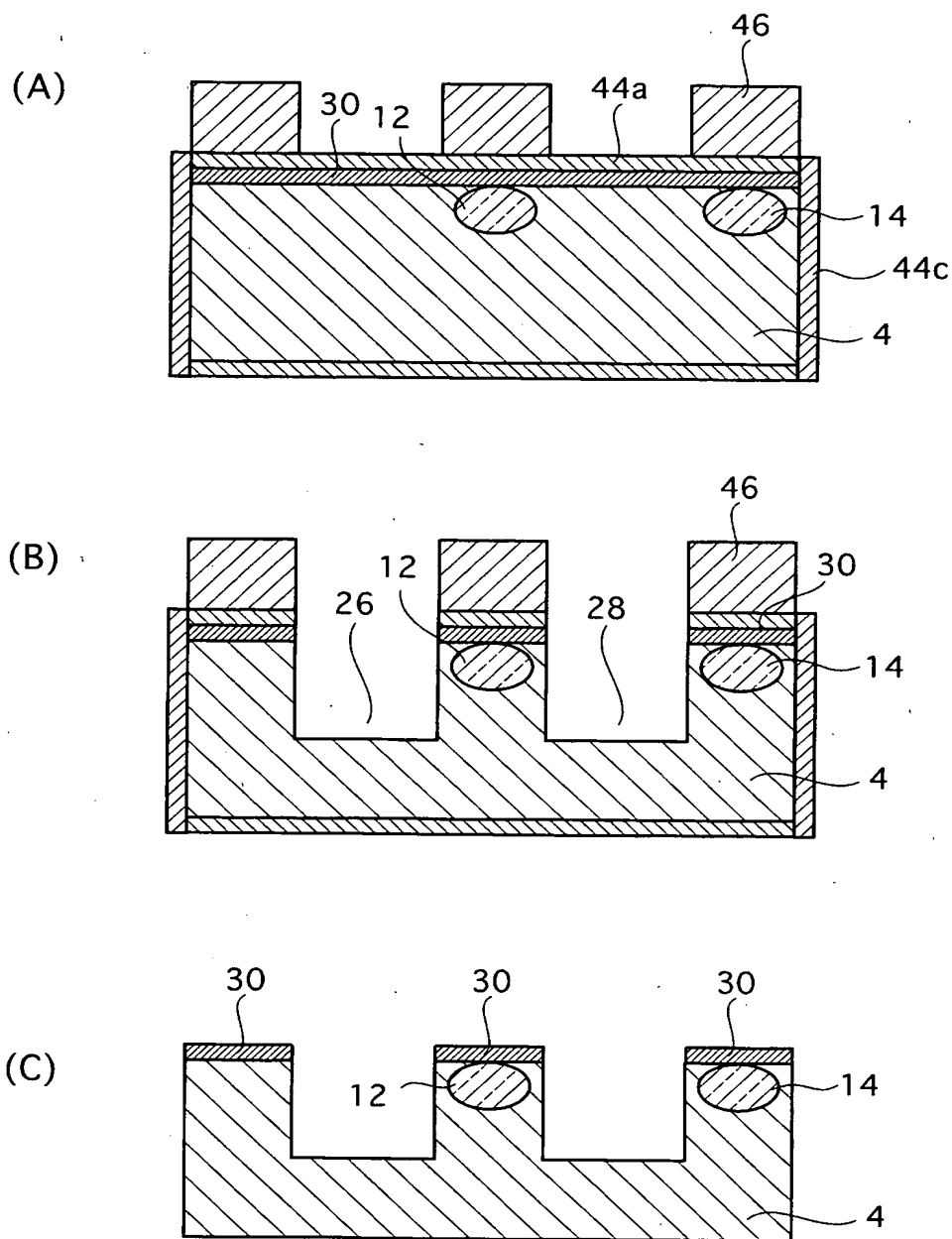
【図 4】

製造プロセス



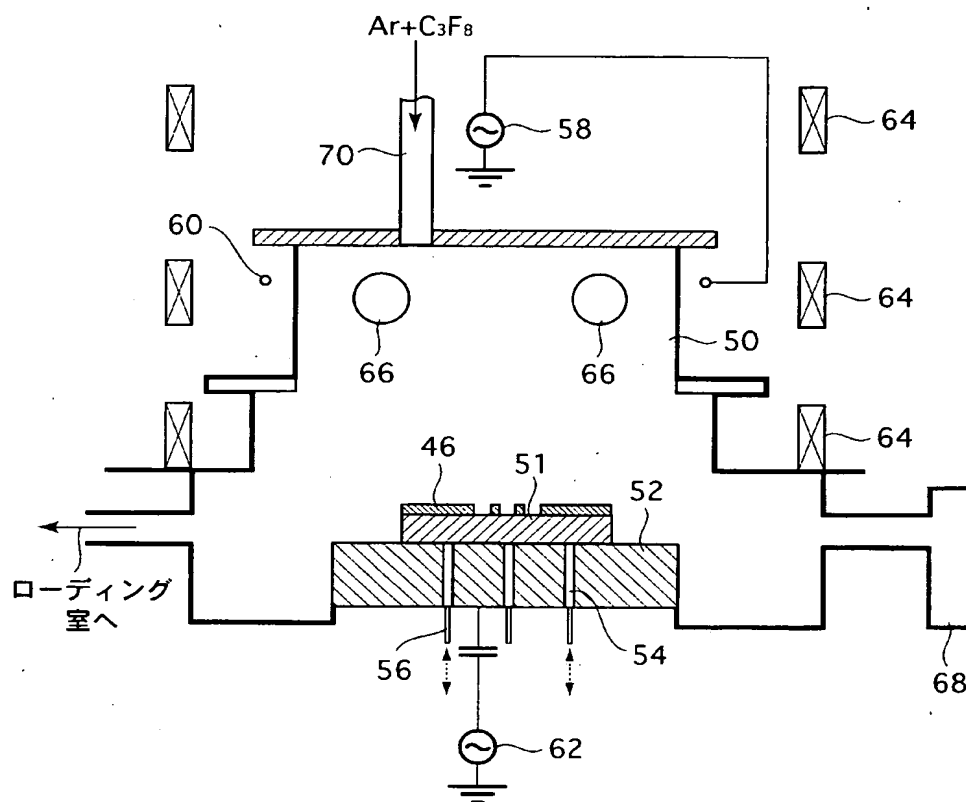
【図 5】

製造プロセス



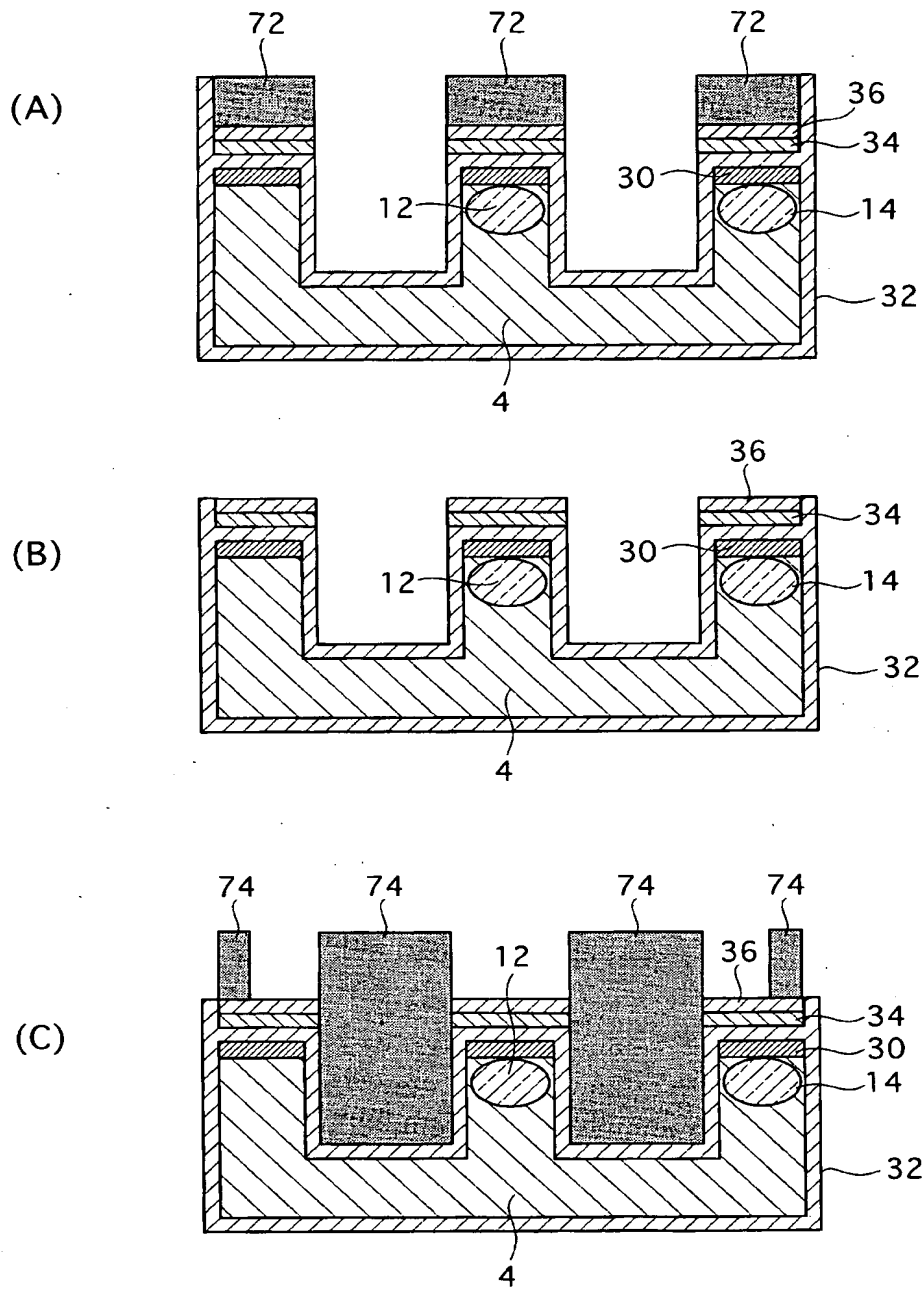
【図 6】

RIEドライエッチング装置



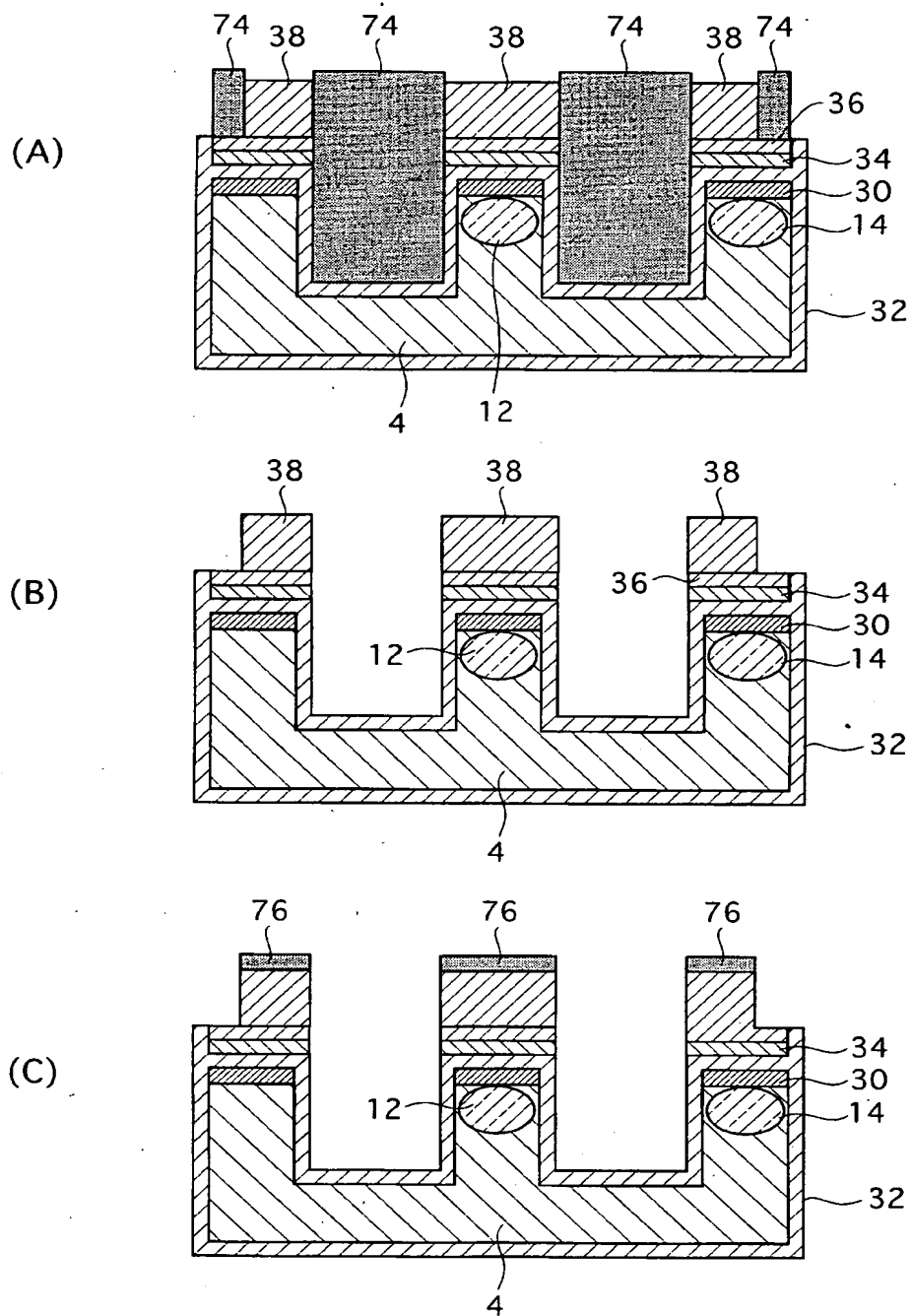
【図 8】

製造プロセス



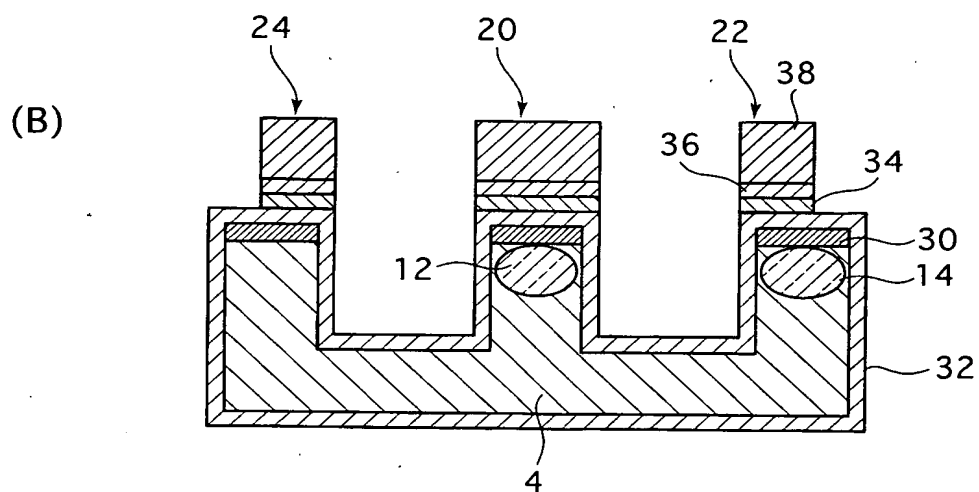
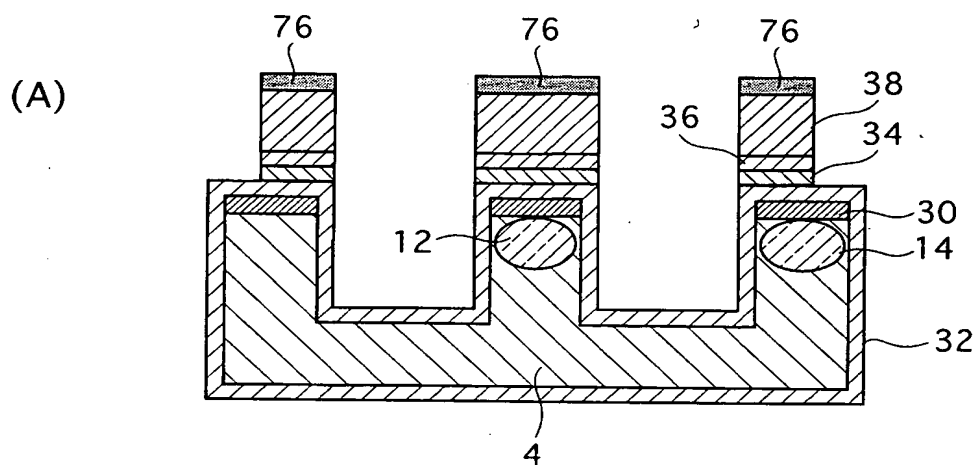
【図 9】

製造プロセス



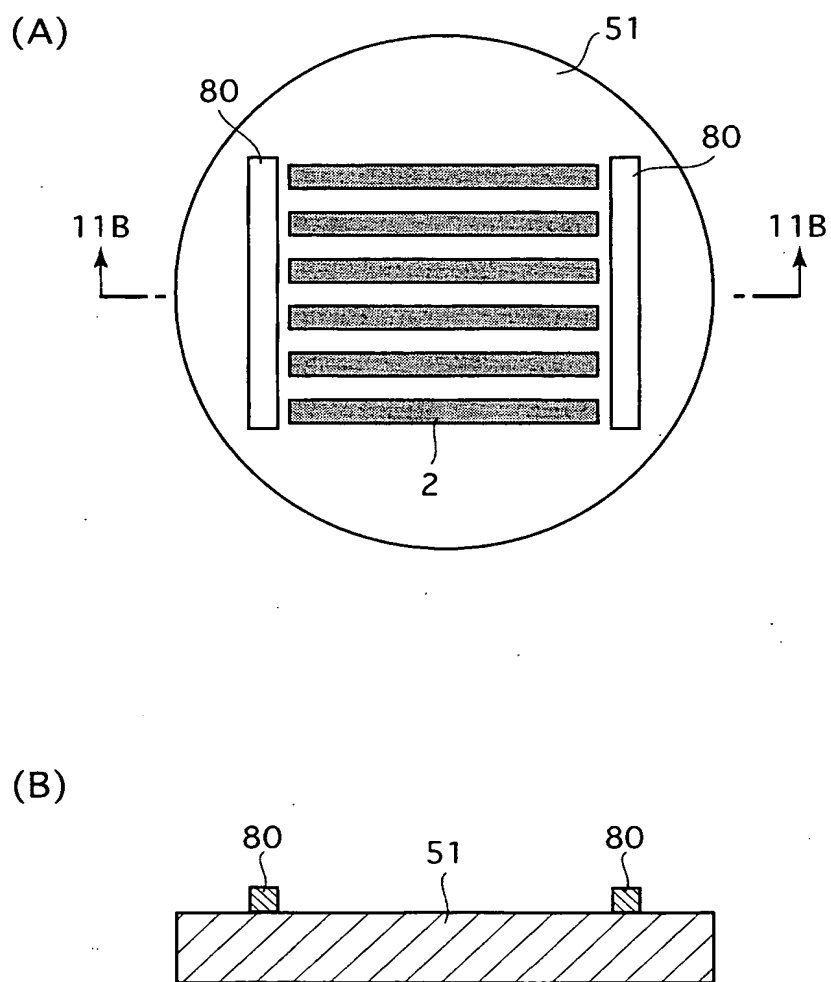
【図 10】

製造プロセス



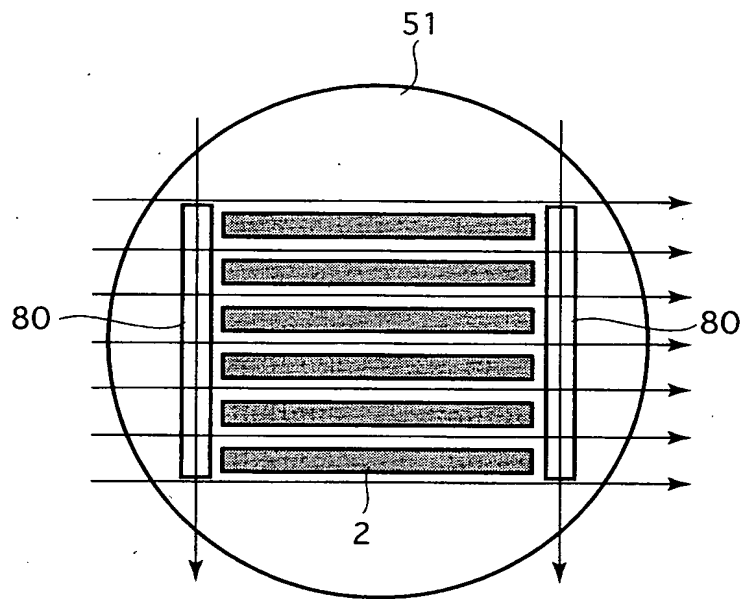
【図 11】

保護部材接着



【図 12】

ダイシング



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 R I E 工程でのウェハの破損防止、ステージへの張り付き防止及びウェハの自動搬送を可能とした光導波路デバイスの製造方法を提供することである。

【解決手段】 光導波路デバイスの製造方法であって、電気光学効果を有する基板中に光導波路を形成し、この基板上に SiO_2 膜を形成し、 SiO_2 膜上、基板の下面及び少なくとも基板の側面の一部に Si 膜を形成して、 SiO_2 膜上及び基板の下面上の Si 膜を導通するステップを含んでいる。光導波路デバイスの製造方法は更に、 Si 膜上にフォトレジストを塗布し、光導波路に対応する部分のフォトレジストが残るようにフォトレジストをパターニングし、反応性イオンエッチングにより、光導通路に沿って基板に溝を形成し、フォトレジスト及び Si 膜を剥離するステップを含んでいる。

【選択図】 図 5

特願 2002-335151

出願人履歴情報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

氏 名

富士通株式会社

2. 変更年月日

1996年 3月26日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名

富士通株式会社